Nombre, type et répartition des arêtes de filets de carpes communes (*Cyprinus carpio*, L.) originaires de six régions françaises de production

par

Dominique VALLOD (1) & Florent ARTHAUD (1)

RÉSUMÉ. - Le nombre total d'arêtes intermusculaires, le nombre d'arêtes fourchues et non fourchues ainsi que la position ventrale ou dorsale de celles-ci ont été déterminés par comptage sur des radiographies de filets de carpes communes issues de 6 régions piscicoles françaises. Il s'agissait de vérifier si l'origine géographique des carpes avait un effet sur ces différents paramètres. Les résultats confirment un effet région sur le nombre d'arêtes fourchues en position ventrale, par rapport au nombre total d'arêtes ventrales et par rapport au nombre total d'arêtes relevé dans le filet. Ainsi, il ressort que les carpes de la Dombes ont moins d'arêtes et un plus faible pourcentage d'arêtes fourchues que les autres tandis que celles de l'Allier présentent le plus d'arêtes fourchues. Ces caractéristiques mériteraient d'être approfondies afin d'en mesurer précisément l'impact sur l'efficacité du désarêtage et, sous réserve d'une origine génétique de ces différences, envisager un programme de gestion de reproducteurs.

ABSTRACT. - Intermuscular bones in common carps from six geographical French regions.

Common carp is one of the main aquatic species produced in the world, especially in Asia but also in Europe; its total annual production reached 3.2 million tonnes in 2002. In France, carp is the main species produced in ponds; the market is not developed because of, above all, the negative image of the carp, a fish with an earthy-musty taste and numerous epineural and epipleural bones, called thereafter intermuscular bones. This study took place as part of a genetic program dealing with the influence of the strain on growth and processing ratios in carp to improve the feasibility of an economic and viable process. Fillets of mirror carps from six significant regions of carp culture in France (Allier, Brenne, Dombes, Forez, Lorraine, Poitou-Charentes) were compared by X-rays to determine the total number, the number of forked and unforked bones and the ventral or dorsal position of these intermuscular bones. Results confirm a correlation of the strains and their geographic origin with the number of ventral forked bones compared to the total number of bones. Carps of Dombes have less bones and also less forked bones in ventral position than the others, carps of Allier are characterized by the higher number of forked bones. Though some results well correspond to former studies, some characteristic differences in number, type and distribution of intermuscular bones in some strains indicate that it could be promising to take up these cases in further stock management and selective breeding programs on carp.

Key words. - Cyprinidae - *Cyprinus carpio* - Carp - Intermuscular bones - Genetics - Processing - Quality.

La carpe commune est l'une des espèces les plus élevées dans le monde, tout particulièrement en Asie, mais aussi en Europe ; la production annuelle atteint 3,2 millions de tonnes en 2002 (FAO, 2002). En France, c'est la principale espèce élevée dans les étangs de pisciculture, selon des modes de production encore très traditionnels. Le développement d'un marché de consommation se heurte à une mauvaise perception alimentaire de ce poisson, liée notamment à la présence de nombreuses arêtes intermusculaires. Ces arêtes intermusculaires, spécifiques des poissons Téléostéens (Patterson et Johnson, 1995 ; Gemballa et Britz, 1998), sont des ossifications membraneuses à l'intérieur des myoseptes, rattachées au squelette axial par des ligaments et présentent des ramifications fourchues dans certaines zones. Patterson et Johnson (1995) en ont distingué trois types : les arêtes épicentrales, épineurales et épipleurales, ces deux dernières étant seules présentes chez le genre *Cyprinus*. Le nombre d'arêtes intermusculaires peut être très variable : 143 chez l'aspe (*Aspius aspius*), 129 pour la brème commune (*Abramis brama*), 109 chez le brochet (*Esox lucius*), 99 pour la carpe (*Cyprinus carpio*), la perche (*Perca fluviatilis*) et le sandre (*Sander lucioperca*) n'en présentant que très peu, 25 et 33 respectivement (Lieder, 1961). Des solutions techniques de désarêtage de la carpe commune ont été recherchées dès 1983 en France (Vallod, 1993) ainsi qu'ailleurs dans le monde (Varadi, 1995 ; Sahu *et al*., 2000 ; Sehgal et Sehgal, 2002). La recherche d'optimisation du désarêtage n'a pour l'instant pas permis de mettre au point un meilleur système mécanique (Bouvier *et al*., 1997). Lors d'une étude sur la caractérisation de la diversité génétique et de la variabilité des rendements conduite sur des carpes élevées dans six régions piscicoles françaises, nous avons étudié le nombre et la répartition des arêtes dans les filets de carpes pour orienter éventuellement les producteurs sur une voie de recherche des meilleurs animaux plus que sur le procédé de désarêtage lui-même.

(1) ISARA-Lyon, Écosystèmes et ressources aquatiques, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon CEDEX 07, FRANCE. [dvallod@isara.fr]

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le dénombrement des arêtes intermusculaires a été effectué sur des carpes provenant de six régions piscicoles françaises : Allier, Brenne, Dombes, Forez, Lorraine et Poitou-Charentes. Dans chacune de ces régions, lors de la pêche d'un étang, 10 carpes ont été prises au hasard, pesées puis filetées au couteau après abattage par électronarcose. Les filets gauches des poissons ont fait l'objet d'une radiographie par rayons X afin de visualiser et compter les arêtes intermusculaires (Fig. 1). Trois comptages ont été réalisés dans un ordre aléatoire pour vérifier les données. Le nombre total d'arêtes (N), le nombre d'arêtes ventrales (V) et dorsales (D), le nombre d'arêtes fourchues en position ventrale (FV) et en position dorsale (FD), le nombre d'arêtes non-fourchues en position ventrale (NFV) et en position dorsale (NFD) ont été déterminés. Les résultats sont exprimés par la valeur moyenne ± l'écart-type. L'âge des carpes a été déterminé par squeletto-chronologie sur le 1er rayon épineux de la nageoire dorsale (Meunier, 1988).

Pour l'analyse statistique du nombre total d'arêtes, il a été réalisé une comparaison de moyennes. Les données "nombres d'arêtes" ventrales, dorsales et fourchues ont été transformées en "% d'arêtes" et ont été analysées avec des tests de comparaisons de fréquences.

RÉSULTATS

Les carpes examinées avaient un poids moyen de 1421 g (± 308 g). Le dénombrement des arêtes (Tab. I) aboutit à des résultats relativement homogènes. Sur 48 poissons examinés, on compte 50 arêtes par filet, 17 ± 1 en position ventrale et 33 ± 1 en position dorsale. Le nombre d'arêtes fourchues et non fourchues est beaucoup plus variable : 19 ± 3 et 25 ± 9 respectivement par filet, 3 arêtes fourchues en position ventrale (± 2), 18 en position dorsale (± 3).

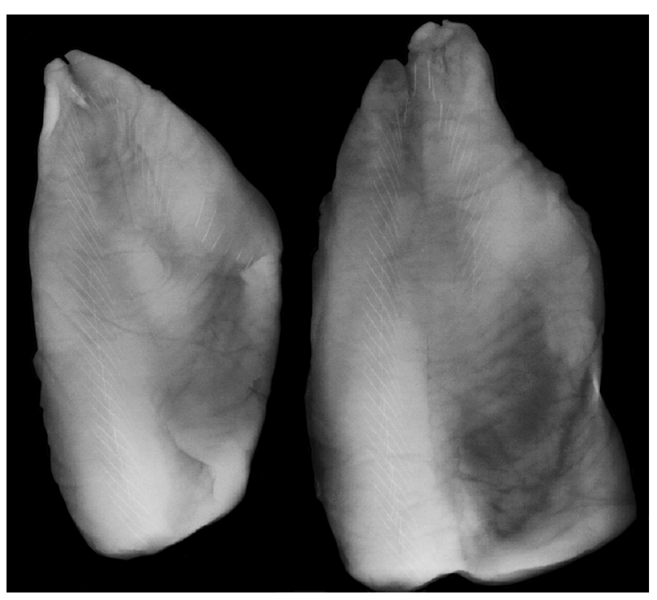


Figure 1. - Radiographie de 2 filets de carpe commune (*Cyprinus carpio* L.). *[X-rays photograph of 2 fillets of common carp.]*

Les résultats des tests de Shapiro rejettent l'hypothèse de normalité de la distribution des différents paramètres. Des tests non-paramétriques ont alors été conduits sur les rangs et non plus sur les moyennes et les fréquences. Le test de Kruskal-Wallis a permis de comparer les caractéristiques des différentes origines géographiques pour les différents critères.

Les carpes de la Brenne et de la Dombes ont un nombre total d'arêtes inférieur à celui des carpes des autres régions ($H_{l =}$ 24,4 ; ddl = 5 ; p = 0.0002). Le pourcentage d'arêtes ventrales et dorsales est similaire entre les carpes des différentes régions (H = 8,1 ; ddl = 5 ; p = 0,15).

Les carpes de la Dombes présentent le plus faible pour-

Tableau I. - Caractéristiques des six populations de carpe commune (*Cyprinus carpio*) analysées et nombre d'arêtes observées. N : nombre total d'arêtes ; V : nombre d'arêtes ventrales ; D : nombre d'arêtes dorsales ; F : nombre d'arêtes fourchues ; NF : nombre d'arêtes non fourchues ; FV : nombre d'arêtes fourchues ventrales : FD : nombre d'arêtes fourchues dorsales. *[Characterization of the six strains of common carps (*C. carpio*) studied and number of bones observed. N: total number of bones; V: number of ventral bones; D: number of dorsal bones; F: number of forked bones; NF: number of unforked bones; FV: number of ventral forked bones; FD: number of dorsal forked bones.]*

	Dombes	Forez	Charentes	Lorraine	Brenne	Allier
Âge (ans)	2	2	3	3	4	4
Masse (g)	1090,00 ± 189,51	1697,50 ± 208,58	1176,25 ± 227,59	1547,5 ± 237,95	1193,75 ± 110,70	1823,75 ± 562,29
N	48,25 ± 0,71	50,25 ± 1,58	51,38 ± 1,41	50,88 ± 1,25	48,75 ± 1,39	50,13 ± 1,13
V	16,00 ± 0,76	16,50 ± 0,93	16,88 ± 0,99	17,13 ± 0,64	15,88 ± 0,35	16,88 ± 0,64
D	32,25 ± 0,46	33,75 ± 0,71	34,50 ± 0,93	33,75 ± 0,89	32,88 ± 1,25	33,25 ± 0,89
F	15,25 ± 1,49	22,75 ± 3,62	22,38 ± 3,34	20,00 ± 2,67	17,50 ± 6,07	27,50 ± 1,41
NF	33,00 ± 0,93	27,5 ± 3,46	29,00 ± 2,83	30,88 ± 2,17	31,25 ± 5,68	22,63 ± 1,51
FV	0,75 ± 0,71	3,00 ± 1,85	3,88 ± 2,36	3,13 ± 0,99	2,00 ± 1,51	6,25 ± 1,16
FD	14,50 ± 1,51	19,75 ± 2,12	18,50 ± 2,45	16,88 ± 1,73	15,50 ± 4,84	21,25 ± 0,46

centage d'arêtes fourchues (H = 39,6 ; ddl = 5 ; p = $1,8.10^{-7}$). Ceci s'explique par le pourcentage particulièrement bas d'arêtes fourchues dans la zone ventrale (H = 29 ; ddl = 5 ; p = $2,1.10^{-5}$), celui de la zone dorsale n'étant pas différent (H = 6,2 ; ddl = 3 ; p = 0,1).

Les carpes de l'Allier ont le pourcentage d'arêtes fourchues le plus élevé, tant pour la zone ventrale (H = 29 ; ddl = 5 ; p = $2,1.10^{-5}$) que pour la zone dorsale (H = 36,7 ; ddl = 5 ; p = $6,9.10^{-7}$).

Le pourcentage d'arêtes fourchues des carpes du Forez est intermédiaire entre celui des carpes de l'Allier (H = 9 ; ddl =2 ; p = 0,003) et celui des carpes des autres régions (H = 11 ; ddl = 3 ; p = 0,01). Les carpes de l'Allier présentent en effet un plus faible nombre d'arêtes fourchues dans la zone dorsale (H = 9,6 ; ddl = 1 ; p = 0,002), les carpes des autres régions un nombre bien supérieur (H = 17,9 ; ddl = 4 ; p = 0,001) ; il n'y a pas de différence sur le nombre d'arêtes de la zone ventrale (H = 4,4 ; ddl = 3 ; p = 0,2).

Les carpes de la Brenne, de la Charente et de la Loraine présentent le même pourcentage d'arêtes fourchues (H = 4,6 ; ddl = 2 ; p = 0,1).

DISCUSSION

Nos résultats correspondent avec les données de la littérature pour le nombre total d'arêtes intermusculaires, de l'ordre de 50 par filets (Lieder, 1961 ; Sengbusch et Meske, 1967). La variabilité des résultats peut cependant être plus importante : Meske (1968) note des valeurs extrêmes de 35 à 67 (sur 704 carpes analysées au moyen de rayons X), alors que nous avons compté entre 47 et 53 arêtes ; Varadi (1995) note 46 arêtes par filet, avec 26 au-dessus de la ligne latérale et 17 en dessous.

La répartition des arêtes fourchues et non fourchues chez les cyprinidés est très spécifique de la zone du corps analysée et très spécifique du genre et de l'espèce considérée. Lieder (1961) relève 22 arêtes fourchues et 28 non fourchues par filet de carpe ; ces valeurs sont proches des nôtres (20 et 30 respectivement) sauf pour les carpes de l'Allier qui ont plus d'arêtes fourchues (28) que d'arêtes non fourchues (23).

Deux hypothèses sont généralement avancées pour expliquer les variations observées sur le nombre d'arêtes intermusculaires : les facteurs environnementaux, et en particulier les conditions alimentaires et les facteurs génétiques.

Selon Hirsch (1939), les carpes, même sélectionnées, mises dans des situations d'insuffisance alimentaire prennent des formats allongés et présentent un développement important des arêtes intermusculaires. Au contraire, la présence de nourriture naturelle ou complémentaire abondante réduirait le nombre de ces arêtes. Cette hypothèse pourrait s'appliquer aux carpes de Dombes (nourries), mais pas aux carpes de Lorraine et du Forez qui sont pourtant produites dans de très bonnes conditions de milieu. Ceci tendrait à confirmer l'avis de certains auteurs qui estiment que ces arêtes intermusculaires n'ont pas de fonction de consolidation du corps, du fait notamment de la grande variabilité observée et que, même chez des carpes très bossues, le nombre d'arêtes n'augmente pas (Sengbusch et Meske, 1967). De plus, selon ces auteurs, dans les mêmes conditions d'élevage, le nombre d'arêtes semble relativement constant dans la vie du poisson mais le nombre de ramifications des arêtes augmenterait avec l'âge des carpes. Bien que nos carpes aient eu un âge différent, il n'est pas possible d'exploiter cette hypothèse compte tenu du fait qu'elles sont issues de régions et de systèmes d'élevage très différents, avec ou sans apports de nourriture.

Plusieurs tentatives de sélection génétique ont été explorées dans l'objectif de produire des carpes sans arêtes, apparemment sans résultats très positifs (Sengbusch, 1963 ; Meske, 1968 ; Kossmann, 1972 *in* Hulata, 1995 ; Moav *et al*., 1975). L'héritabilité du nombre d'arêtes s'est avérée trop faible sur des carpes communes de souches différentes (Moav *et al*., 1975) du fait d'un coefficient de variation sur le nombre d'arêtes intermusculaires faible ; la corrélation phénotypique entre parents et descendants de 1ère génération était cependant positive. Il semblerait donc possible qu'une sélection sur ce caractère puisse être efficace (Kirpitchnikov, 1999 ; Sahu *et al*., 2000). Les six populations que nous avons analysées ne sont pas suffisamment distinctes génétiquement pour pouvoir les considérer comme des souches (Pereira, 1996 ; Desvignes, 1999), même si des morphotypes peuvent être rattachés aux régions d'origine (Pereira *et al*., 1999). Il a aussi été montré que les différences de morphologie et d'aspect du filet de ces carpes correspondaient plus à des différences de conditions de production qu'à des différences d'origine génétique (Fauconneau, 1997 ; Vallod, 2000).

Les facteurs environnementaux étant très différents entre les régions (productivité naturelle supérieure en Forez et Lorraine comparée à l'Allier, carpes de Dombes nourries dans un étang en élevage mixte avec des silures, âge des carpes étudiées différent), il est possible que l'essentiel des différences soit dû aux facteurs environnementaux et tout particulièrement aux conditions d'alimentation rencontrées dans les étangs. Il est ainsi difficile de faire la part entre ce qui est induit par le milieu et ce qui est induit par la génétique. Sous réserve d'une vérification de l'origine génétique du caractère, les carpes de Dombes présenteraient un nombre d'arêtes intermusculaires et une répartition des arêtes fourchues et non fourchues qui pourraient les rendre plus intéressantes pour la production de filets désarêtés.

Il est donc nécessaire d'affiner un protocole de testage dans un même élevage de carpes de Dombes et d'autres origines, afin de mesurer au mieux le rôle des facteurs du milieu sur le nombre d'arêtes fourchues. Les questions relatives aux relations entre morphologie et génétique sont d'une manière

générale source de nombreuses recherches et pourraient ainsi être approfondies pour la carpe commune.

Remerciements. - Nous tenons à remercier l'ADAPRA (Association pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche en Rhône-Alpes) et les éleveurs des différentes régions qui ont permis de réaliser ce travail. Cette étude a bénéficié d'un soutien financier du Ministère de l'Agriculture, du Ministère de la Recherche et du Conseil Régional Rhône-Alpes.

REFERENCES

BOUVIER P., BOTTOLLIER B., EYNARD H. & ROSSERO I., 1997. - Amélioration du procédé de désarêtage de filets de carpes et mise en place de son contrôle. Rapport d'étude ISARA-Lyon/ADAPRA: 18 p. + annexes.

DESVIGNES J.F., 1999. - Étude génétique de stocks de carpes (*Cyprinus carpio* L.) par le polymorphisme enzymatique et les microsatellites. Rapport de DEA, 30 p. Univ. Lyon I.

FAO, 2002. - World aquaculture production of fish, crustaceans, mollusks, etc., by principal species in 2002. Site de la FAO [en ligne], ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/a-6.pdf (page consultée le 25 juin 2004).

FAUCONNEAU B., 1997. - Critères morphologiques de qualité des carcasses et d'aptitude à la transformation de la carpe. Compte rendu d'activité 1996-1997, Agriculture Demain 95G01310, 16 p.

GEMBALLA S. & BRITZ R., 1998. - Homology of intermuscular bones in Acanthomorph fishes. *Am. Mus. Novit*., 3241: 1-25.

HIRSCH M., 1939. - Les arêtes dans le poisson d'étang. *Bull. Fr. Pêche Piscic*., 116: 36-39.

HULATA G., 1995. - A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. *Aquaculture*, 129: 143-155.

KIRPITCHNIKOV V.S., 1999. - Genetics and Breeding of Common Carp. INRA Éditions, Coll. Hydrobiol. Aquacult., 97 p.

LIEDER U., 1961. - Untersuchungsergebnisse über die Grätenzahlen bei 17 Süßwasser-Fischarten. *Z. Fischerei*, 10: 329-350.

MESKE C., 1968. - Breeding carp for reduced number of intermuscular bones and growth of carp in aquaria. *Bamidgeh*, 20: 105-119.

MEUNIER F.J., 1988. - Détermination de l'âge individuel chez les Ostéichthyens à l'aide de la squelettochronologie : historique et méthodologie. *Acta Oecol., Oecol. Gener.,* 9: 299-329.

MOAV R., FINKEL A. & WOHLFARTH G., 1975. - Variability of intermuscular bones, vertebrae, ribs, dorsal fin rays and skeletal disorders in the common carp. *Theor. Appl. Genet*., 46: 33-43.

PATTERSON C. & JOHNSON G.D., 1995. - The intermuscular bones and ligaments of Teleostean fishes. *Smithson. Contrib. Zool*., 85 p.

PEREIRA V., 1996. - Comparaison, à taille commerciale de populations, de carpe commune (*Cyprinus carpio*) issues de différentes régions d'élevage. Variabilité morphologique et rendements de transformation. Mémoire DESS, N° d'ordre 629E. Univ. de Franche-Comté.

PEREIRA V., VALLOD D., FAUCONNEAU B. & BOUVET Y., 1999. - Comparaison de populations de carpe commune (*Cyprinus carpio*) à taille commerciale : intérêt d'une approche globale. *Bull. Fr. Pêche Piscic*., 355: 403-420.

SAHU B.B., MEHER P.K., MOHANTY S., REDDY P.V. & AYYAPPAN S., 2000. - Evaluation of the carcass and commercial characteristics of carps. *Naga, ICLARM Quart*., 23(2): 10-14.

SEHGAL H.S. & SEHGAL G.K., 2002. - Aquacultural and socioeconomic aspects of processing carps into some value-added products. *Bioressour. Technol*., 82: 291-293.

SENGBUSCH R., 1963. - Fische ohne Gräten. *Der Züchter*, 33(7): 284-286.

SENGBUSCH R. & MESKE C., 1967. - Auf dem Wege zum grätenlosen Karpfen. *Der Züchter*, 37(6): 271-274.

VALLOD D., 1993. - Transformation et marketing de la carpe (*Cyprinus carpio*). Une application réussie. Comm. Congrès EAS Torremolinos, 3 p.

VALLOD D., Coord., 2000. - Évaluation des critères morphométriques de qualité des carcasses et de l'aptitude à la transformation de différentes populations de carpe commune. Rapport d'étude, Agriculture Demain 95G01310, 16 p.

VARADI L., 1995. - Equipment for the production and processing of carp. *Aquaculture*, 129: 443-466.

Reçu le 18 mai 2009.
Accepté pour publication le 17 décembre 2009.